

ACTIVE MATRIX TYPE DISPLAY DEVICE

Patent Number: JP8194205
Publication date: 1996-07-30
Inventor(s): MOTAI TOMONOBU;; SUZUKI KOHEI
Applicant(s): TOSHIBA CORP
Requested Patent: ☐ JP8194205

Application Number: JP19950005742 19950118

Priority Number(s):

IPC Classification: G02F1/133; G02F1/1343; G09G3/36

EC Classification:

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To provide an active matrix type liquid crystal display device with which the reduction of the electric power consumption of a driver IC is possible.

CONSTITUTION: This active matrix type liquid crystal display device has pixel electrodes 2 which are arranged in a matrix form on a first substrate, scanning lines 3 which are arranged in the horizontal direction between these pixel electrodes 2, signal lines 4 which are arranged in the vertical direction between the pixel electrodes 2, memory elements 6 of a static type which are respectively arranged in the respective intersected parts of the scanning lines 3 and the signal lines 4 and hold the binary display signals from the signal lines 4 according to the scanning signals from the scanning lines 3, switching elements 7 which are connected at one-side terminals to the pixel electrodes 2 and at their other-side terminals to wirings 5 applying reference potential and are turned on and off by the signals held in these memory elements 6, a second substrate which is arranged to face the first substrate and is provided with counter electrodes 8 so as to face the pixel electrodes 2 and a liquid crystal layer 10 which is disposed between the first and second substrates.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-194205

(43) 公開日 平成8年(1996)7月30日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/133	5 5 0			
1/1343				
G 0 9 G 3/36				

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平7-5742

(22) 出願日 平成7年(1995)1月18日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 ▲もたい▼ 友信

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術研究所内

(72) 発明者 鈴木 公平

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術研究所内

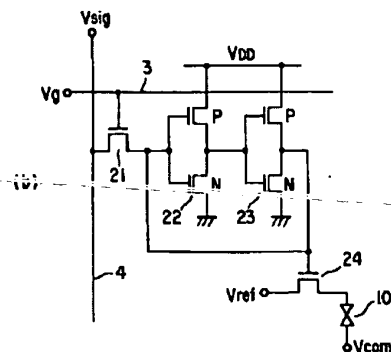
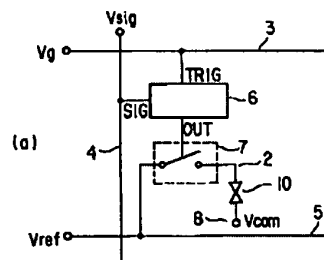
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 アクティブマトリックス型表示装置

(57) 【要約】

【目的】 ドライバICの消費電力を低減することのできるアクティブマトリックス型液晶表示装置を提供することにある。

【構成】 アクティブマトリックス型液晶表示装置において、第1の基板上にマトリクス状に配置された画素電極2と、画素電極2間に横列方向に配置された走査線3と、画素電極2間に縦列方向に配置された信号線4と、走査線3と信号線4の各交差部にそれぞれ配置され、走査線3からの走査信号に応じて信号線4からの2値表示信号を保持するスタティック型のメモリ素子6と、一方の端子が画素電極2に他方の端子が基準電位を与える配線5に接続され、メモリ素子6に保持された信号によりオン・オフするスイッチ素子7と、第1の基板と対向配置され、画素電極2と対向するように対向電極8が設けられた第2の基板と、第1及び第2の基板間に設けられた液晶層10とを備えたことを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】第1の基板上にマトリックス状に配置された画素電極と、

第1の基板上に一方に沿って配置された複数本の走査線と、

第1の基板上に前記走査線と交差する方向に配置された複数本の信号線と、

前記走査線と前記信号線との各交差部にそれぞれ配置され、前記走査線より入力された走査信号に応じて前記信号線より入力される2値表示信号を保持するスタティク型のメモリ素子と、

これらのメモリ素子に対応してそれぞれ設けられ、一方の端子が前記画素電極に接続され、他方の端子が基準電位を与える配線に接続され、前記メモリ素子に保持された信号により端子間をオン・オフするスイッチ素子と、

第1の基板と対向配置され、前記画素電極と対向するように対向電極が設けられた第2の基板と、

第1及び第2の基板間に設けられた表示材料層と、を具備してなることを特徴とするアクティブマトリックス型表示装置。

【請求項2】前記表示材料層は液晶であり、前記基準電位を与える配線及び対向電極の少なくとも一方に交流信号を印加することを特徴とする請求項1記載のアクティブマトリックス型表示装置。

【請求項3】基板上にマトリックス状に配置された画素電極と、前記基板上に一方に沿って配置された複数本の走査線と、前記基板上に前記走査線と交差する方向に配置された複数本の信号線と、前記走査線と前記信号線との各交差部に配置され、前記走査線より入力された走査信号に応じて前記信号線より入力される表示信号を保持するメモリ素子と、これらのメモリ素子に対応してそれぞれ設けられ、一方の端子が前記画素電極に接続され、他方の端子が基準電位を与える配線に接続され、前記メモリ素子に保持された信号により端子間抵抗値が変化するスイッチ素子とを具備してなり、前記画素電極が所定数毎にブロック化され、該ブロック内の画素電極の寸法がそれぞれ異なっていることを特徴とするアクティブマトリックス型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、液晶ディスプレイなどの画像表示装置に係わり、特に薄膜トランジスタ等のスイッチ素子を用いたアクティブマトリックス型表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、液晶ディスプレイ等の薄型の表示装置の開発が活発に行われている。なかでも、どこでも持ち運べる携帯用や大画面の表示への要求が高まっており、軽量化、使用時間の長時間化、低消費電力化が求められている。このためには、電源用バッテリーの高性能

化のほかに、表示装置自体の消費電力を下げる方法による効果大きい。

【0003】液晶表示装置では、背面照明として利用されている蛍光管、導光板、蛍光管用インバータの効率が低く、現状はこれら照明で消費される電力に対する高効率化による効果大きいことから、表示材料或いは表示パネル自体の改良による消費電力低減の試みは殆どない。しかし、将来的には表示パネル自体の消費電力を低減することが必要と考えられる。

【0004】表示パネル自体の消費電力は、おもにドライバIC特性と表示パネルの駆動方法に依存すると考えられており、使用ドライバICの低電圧化の改良が進められている。しかし、表示画素部にTFT（薄膜トランジスタ）等のスイッチ素子を設け、画像信号を短い周期で繰り返し書き込む方法（TFT-LCD）では、ドライバICの個々の画素駆動を担当するトランジスタの消費電力を低減することは容易ではない。

【0005】表示パネル自身の消費電力は、現状の10インチクラスのTFT-LCDでは、回路系の消費電力が1.5W程度で、バックライト照明が5W程度であるが、電池動作を長時間化するためには1W未満、望ましくは小型軽量電池での駆動が可能な0.2W未満が要求されている。この消費電力の問題は、照明を伴う透過型表示装置よりも、照明を伴わない反射型表示装置で顕著となる。特に、広告用表示装置等に使用される対角50センチ以上の表示装置では、消費電力量が設置場所の制約を生じさせていた。

【0006】図11(a)は、従来のアクティブマトリックス型液晶表示装置を示す回路構成図である。薄膜工程により、走査線73、信号線74、共通配線75、3端子スイッチ素子の薄膜トランジスタ77や画素部電極などが作成され、ドライバICより走査信号と画像信号が、各々走査線73と信号線74に入力される。ここで、走査信号が入力された薄膜トランジスタ77はオン状態となり、信号線74からの画像信号が補助容量78に蓄積されると共に液晶79に伝達される。走査信号が入力されない場合には、薄膜トランジスタ77はオフ状態となるため、オン時に印加された画像信号が液晶79にそのまま保持される。

【0007】このような構造の液晶表示装置では、書き込む信号がたとえ同一の画像であっても、液晶材料を交流駆動する必要上、再度、走査信号で薄膜トランジスタをオン状態にして、画像信号を再書き込みする必要がある。よって、駆動信号を発生させる走査信号用・画像信号用ドライバICはたえず動作するので、電力は常に消費される。

【0008】これに対して、図11(b)に示すように、第1のスイッチ素子T1により容量性負荷C1にアナログ信号を保持することで、第2のスイッチ素子T2を動作させる方法が提案されている（J.Vanfleteren (I

DRC, 1988, p74-79))。しかし、表示画素のサイズが大きくなるにつれて、スイッチ素子T2及びこれにつながる容量負荷C2が大きくなるため、さらに保持したアナログデータに変動を生じさせないために、大容量の負荷容量C1を駆動する能力を持つスイッチ素子T1が必要となる。

【0009】例えば、設計上のC1の容量値が過度に小さい場合には、T1がオンからオフとなった時のT2へ送ったオン信号のレベル減少や、T2がオン状態となる境界電圧であるしきい値電圧が経時変動することでT2のオン抵抗の上昇が発生し、目的とする表示が達成されない。加えて、C1等の大型化は消費電力の上昇を招くこととなる。これらの設計上の問題は、本素子構成がアナログ的なサンプルホールド回路よりなっているためであり、新構成の表示装置が求められていた。

【0010】一方、アクティブマトリクス型液晶表示装置においては、面積変調によるデジタル階調表示を行う方法が提案されている。これは、画素電極を所定数毎にブロック化すると共に、ブロック内の各々の画素電極の寸法を変え、各ブロック内で表示すべき画素を選択することにより、各ブロックの表示画素面積をデジタル的に可変するものである。

【0011】しかし、従来の駆動方法では、TFTなどのスイッチ素子を持つ寄生容量によって、スイッチング時に表示性能に悪影響を及ぼす画素電位のレベルシフトが発生する。このレベルシフト量は、寄生容量と画素電極容量とのスイッチングノイズ電荷の分配比で決定され、画素電極の寸法が異なるとレベルシフト量は画素電極毎に異なり、対向電極電位の調整によっても無害化することは困難である。従って、実質的に面積階調は不可能であった。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】このように従来、ドライバICの消費電力の低減のために、液晶等の表示材料層に信号を供給するためのスイッチ素子を走査線で直接駆動するのではなく、アナログ的なサンプルホールド回路を用いて駆動する方法が提案されているが、この方法では十分な効果は達成できなかった。

【0013】また、面積変調によるデジタル階調表示を行う例では、スイッチングノイズ電荷による画素電位のレベルシフトが発生し、このレベルシフト量は画素電極の寸法が異なると画素電極毎に異なり、対向電極電位の調整によっても無害化することは困難であり、従って実質的に面積階調は不可能であった。

【0014】本発明は、上記事情を考慮してなされたもので、その目的とするところは、ドライバICの消費電力を低減することのできるアクティブマトリクス型表示装置を提供することにある。

【0015】また、本発明の他の目的は、ドライバICの消費電力を低減することができ、かつ面積変調による

デジタル階調表示を可能としたアクティブマトリクス型表示装置を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は次のような構成を採用している。即ち、本発明（請求項1）は、マトリクス配置された各画素にスイッチ素子を設けたアクティブマトリクス型表示装置において、第1の基板上にマトリクス状に配置された画素電極と、第1の基板上に一方方向に沿って配置された複数本の走査線と、第1の基板上に前記走査線と交差する方向に配置された複数本の信号線と、前記走査線と前記信号線との各交差部にそれぞれ配置され、走査線より入力された走査信号に応じて信号線より入力される2値表示信号を保持するスタティック型のメモリ素子と、これらのメモリ素子に対応してそれぞれ設けられ、一方の端子が前記画素電極に接続され、他方の端子が基準電位を与える配線に接続され、前記メモリ素子に保持された信号により端子間をオン・オフするスイッチ素子と、第1の基板と対向配置され、前記画素電極と対向するように対向電極が設けられた第2の基板と、第1及び第2の基板間に設けられた表示材料層とを具備してなることを特徴とする。

【0017】ここで、本発明の望ましい実施態様としては、次のものがあげられる。

- (1) 表示材料層は液晶であること。
- (2) 走査線及び信号線は、画素電極間に配置されていること。
- (3) 基準電位を与える配線及び対向電極の少なくとも一方に交流信号を印加すること。
- (4) 同一走査線に接続されたメモリ素子が走査選択される時に、配線又は対向電極から印加される交流信号を一定電位とすること。
- (5) 2値表示信号を保持するメモリ素子が不揮発性メモリにより形成されていること。
- (6) メモリ素子及びスイッチ素子は、薄膜トランジスタにより形成されていること。

【0018】また、本発明（請求項4）は、マトリクス配置された各画素にスイッチ素子を設けたアクティブマトリクス型表示装置において、基板上にマトリクス状に配置された画素電極と、前記基板上に一方方向に沿って配置された複数本の走査線と、前記基板上に前記走査線と交差する方向に配置された複数本の信号線と、前記走査線と前記信号線との各交差部に配置され、走査線より入力された走査信号に応じて信号線より入力される表示信号を保持するメモリ素子と、これらのメモリ素子に対応してそれぞれ設けられ、一方の端子が前記画素電極に接続され、他方の端子が基準電位を与える配線に接続され、前記メモリ素子に保持された信号により端子間抵抗値が変化するスイッチ素子とを具備してなり、前記画素電極が所定数毎にブロック化され、該ブロック内の

画素電極の寸法がそれぞれ異なっていることを特徴とする。

(1) 表示材料層は液晶であること。

(2) 走査線及び信号線は、画素電極間に配置されていること。

(3) スイッチ素子は、オン・オフの2状態で動作し、複数の信号線と走査線をそれぞれ2状態の電位で駆動する駆動回路を備えていること。

(4) メモリ素子、スイッチ素子、駆動回路は、同一基板上に形成された薄膜トランジスタから構成されていること。

(5) メモリ素子を、応用システムの画像メモリとして用いること。

【0019】

【作用】本発明（請求項1）によれば、1画素毎に設けられたスタティック型のメモリ素子によって、その画素で表示すべき情報が次に変化するまで周期的に書き換える必要なく、その状態が保たれる。表示画素の表示情報が変化しない場合には、メモリ素子への情報の書き換えは不要であるため、走査信号や画像信号を周期的に書き加える必要がなくなり、ドライバICで消費される電力が低減される。

【0020】即ち、従来装置では容量負荷の充放電に大部分の電力が消費されていたが、本発明では、従来のように表示画像が変化しなくても交流駆動のために信号線に一定周期の極性反転された信号を印加する必要がなく、信号線を駆動する駆動回路はほぼ停止状態のためそこで消費される電力は殆ど無視できるほど小さくなる。唯一消費される電力は対向電極の交流駆動によるものとなるが、これはフリッカが視認されない程度の例えば60Hz以下の低い周波数で十分なため、消費電力は従来駆動法の100分の1から1000分の1程度にドラステックに低減される。

【0021】また、メモリ素子としてスタティック型を用いているので、大容量の負荷容量やこれを駆動する能力を持つ大きなスイッチ素子を必要とすることはなく、この点からも消費電力の低減に有効である。さらに、液晶表示装置の場合、従来ではスイッチ素子のオフ特性或いはフリッカ視認の制約から画素への信号書き替え周期を延ばすことが難しかったが、本発明の装置では、全表示画素の書き換え周期や1画素の書き換え時間を延長することが可能となる。

【0022】また、本発明（請求項4）によれば、画素電極が所定数毎にブロック化され、そのブロック内の画素電極の寸法がそれぞれ異なっていることにより、1ブロックとして面積変調によるデジタル多階調表示が容易となる。従来の駆動法でこのように面積変調表示をしようとした場合、前述したようにスイッチングノイズ電荷による画素電位のレベルシフトが発生したが、本発明では、このスイッチングノイズ電荷によるレベルシフト

は、液晶などの光電変換部材のリーク抵抗を通じてスイッチング終了後の初期に消滅する。このため、表示性能に悪影響を及ぼすことがなく、面積変調によるデジタル多階調表示が可能である。

【0023】さらに、液晶などの光電変換部材の1画素の表示状態はオン又はオフの2状態であるため、中間調表示時でも視野角は広く、表示むらもない極めて良好な表示品位が得られる。

【0024】

【実施例】以下、本発明の実施例を、公知の半導体技術を応用した薄膜工程で形成された薄膜トランジスタを利用して作成した液晶表示装置を例として説明する。

（実施例1）図1は、本発明の第1の実施例に係わるアクティブマトリックス型液晶表示装置の基本構成を示すもので、(a)は素子構造断面図、(b)は回路構成図である。ガラス等からなる第1の基板1上に画素電極2がマトリックス状に配置されており、画素電極2間には紙面左右方向に走査線3が、上下方向に信号線4が配置されている。また、走査線3と平行に参照線5が配置されている。走査線3と信号線4の交差部に後述するメモリ素子6が設けられ、メモリ素子6と画素電極2間にはスイッチ素子7が設けられている。

【0025】基板1上には所定距離離してガラス等からなる第2の基板9が対向配置されており、基板9の対向面には対向電極8が形成されている。そして、各基板1、9間に表示材料層としての液晶層10が封入されている。なお、図中の13は走査線ドライバ、14は信号線ドライバ、15は参照線ドライバである。

【0026】図2(a)は、本実施例の1画素部構成を示す回路図である。マトリックス状に形成された走査線3と信号線4の交差部に2値データ保持メモリ素子6が接続されており、このメモリ素子6には、保持されている情報を出力する出力部が設けられている。出力部には、3端子スイッチ素子7の制御端子が接続されている。このスイッチ素子7は、参照線5と画素電極2との間の抵抗値を制御し、液晶層10のバイアス状態を調整している。

【0027】図2(a)におけるメモリ素子の例として、2段インバータを用い正帰還させた形のメモリ回路、即ちスタティック型メモリ素子が考えられる。本回路では、トランジスタのオフ特性が十分でなくアナログ信号用素子として利用不可能なトランジスタ素子で実現ができる特徴を持つ。

【0028】具体的な回路構成を、図2(b)に示す。前記図11(b)と比較して、容量C1が不要であるため、図11(b)の素子T1に対応する図2の素子21は小さくてもよい。スイッチ素子21とインバータ回路部22、23の各素子サイズは、インバータ回路部の最適段数比nと同様な考え方で設計可能である。具体的には、素子21、22、23、24の素子サイズの比が、

1:n:n:n*nで規定した場合には $n=1\sim10$ 、願わくば $n=2\sim10$ が良好な設計条件である。

【0029】図3(a)(b)及び図4(a)(b)にその他のメモリ素子を使用した1画素部の回路構成例を示す。図3(a)と(b)、図4(a)と(b)は、それぞれ3端子スイッチ素子の接続位置が異なる構成例を示している。従来構造より表示画素の構成する素子数が増加するため、透過型の表示素子では光利用効率が減少するが、反射型の液晶表示装置では反射電極下にメモリ素子などを形成できるため本表示素子による光利用効率の低下は生じない。

【0030】駆動波形は、図5のように従来の液晶表示装置の駆動のように線順次駆動となる。走査線3に順次走査パルスを印加し、これに同期させたメモリ素子6にスイッチ素子7の開閉を制御する信号を信号線4を通して入力する。一方、共通電極(対向電極8)には交流信号を入力する。上述の通り、液晶材料の抵抗値とスイッチ素子の抵抗値の比の条件が満足されれば、上記回路・駆動で良好な表示が可能となる。

【0031】本装置は理想上、静止画像のように表示画像に変化がなくなれば、メモリ素子6へのリフレッシュは不要である。しかし、図5のように、単純な矩形波入力による駆動では、スイッチがオン状態からオフ状態へ切り替わる時にスイッチ側の液晶電位が、交流駆動信号の高い電位か低い電位かのどちらかの電位状態に固定化されるので、液晶部に直流電圧成分が加わることとなる。よって、表示性能を向上するためには、スイッチがオフ状態へ切り替わるときの液晶電位設定のための、リフレッシュ期間を設ける必要が生じる。

【0032】最も簡単な方法として、図6(a)のように、共通電極の交流信号の間にブランキング期間を設ける方法がある。従来型のデバイスでは、図11(a)の液晶79やスイッチ素子77のリーク電流による電位低下を保証する容量78を液晶容量に並列接続しているために、信号の書き込み時間を短縮することが容易でなかった。本発明の素子では、図2(b)のように、スイッチ素子21のゲート開閉のための信号を送るのみであるために、リフレッシュの時間は従来型の素子に見られる走査時間よりも短くて済む。

【0033】また、図6(b)のように、全画素を連続的にリフレッシュせず、リフレッシュするラインの時間を分割し、矩形信号である液晶駆動信号間に挿入することも可能である。挿入法は、一定時間で見た場合に全ライン上のメモリがリフレッシュされることが望ましいが、走査ラインの一定位置で、表示画面が変化する場合、例えば点滅表示部分が固定位置である場合には、該当する表示ラインに重みを付けてリフレッシュすることも可能である。

【0034】なお、図6(b)において、 T_g はリフレッシュパルス幅、1は1回のリフレッシュライン数であ

り、1画面書き替えのためのリフレッシュ回数は、(ゲートライン数)/1で定義される。

【0035】このように本実施例によれば、1画素毎にスタティック型のメモリ素子6を設け、この素子6の記憶情報でスイッチ素子7を駆動するようにしているので、表示情報が変化しない場合には、メモリ素子7への情報の書き換えは不要である。このため、走査信号や画像信号を周期的に書き加える必要がなくなり、ドライバICで消費される電力が大幅に低減される。

【0036】また、メモリ素子6がスタティック型であることから、前記図11(b)に示した従来のように、大容量の負荷容量C1やこれを駆動する能力を持つ大きなスイッチ素子T1を必要とすることはなく、この点からも消費電力の低減に有効である。さらに、本実施例では、スイッチ素子のオフ特性或いはフリッカ視認の制約が抑制され、全表示画素の書き換え周期や1画素の書き換え時間を延長することが可能となる。

【0037】本実施例において、アモルファスシリコン薄膜を使用した10インチクラスのTFT-LCDでの消費電力試算は、表示画面を書換ええない状態で10mW、毎秒一画面の書換え状態としても30mW未満と、従来と比較して、50分の1の大幅な低消費電力化が実現できた。

(実施例2) 図7は、本発明の第2の実施例に係わるアクティブマトリックス型液晶表示装置を説明するためのもので、(a)は1画素部構成を示す回路図、(b)はメモリ素子の構造断面図である。

【0038】本実施例は、基本的には第1の実施例と同様であるが、図7(a)に示すように、メモリ素子30として書換可能な不揮発性メモリを用いている。メモリ素子30の具体的構成は図7(b)に示す通りであり、通常の逆スタガー型TFTのゲートを2層構造としたものである。図中の31は基板、32は第1ゲート(制御ゲート)、33はゲート絶縁膜、34は第2ゲート(浮遊ゲート)、35はトンネル絶縁膜、36はa-Si等の活性層、37は保護絶縁膜、38a、38bはソース・ドレイン電極である。

【0039】書換の回数は、従来駆動のスイッチング回数の目安である 10^7 回以上の書き換え動作を満足することが理想であるが、静止画表示が主体となる表示装置であるならば、書き換え回数は100~10000分の1に減少させることが可能で本表示装置のメモリ素子として利用できる。上述のメモリ素子は、EEPROM構成となっているが、誘電体材料の電場-誘電率カーブ(D-Eカーブ)が、ヒステリシスを特性を有する材料で構成される場合も同様の表示装置が構成可能である。

【0040】具体的には、図8に示すように、ヒステリシスを有する誘電体材料をゲート絶縁膜として利用することでメモリ素子を作成し、メモリ素子に加える端子間電圧を制御することで、メモリ素子のリセット、メモリ

の信号書き込みを行う。図のように、メモリ素子に薄膜トランジスタ7を接続する方法に加えて、直接表示電極にメモリ素子の接続も駆動信号の改良により可能である。

(実施例3) 第1の実施例では、Vcom (共通電極8) のみに交流信号を入力して液晶材料を駆動しているが、交流信号はVref (参照線5) 側に入力してもよい。Vrefに交流信号を入力した場合、液晶層10を介して参照線5と共通電極8との結合容量による共通電極電位の変動が観測される。この変動の対策としては、参照線5毎に駆動信号の符号を反転させた信号を利用する方法があり、さらに交流駆動信号の周期を走査時間毎にすることも可能である。

【0041】一方、交流信号をVcomとVrefの両方に入力し、駆動することも可能であり、駆動信号用ドライバICの低電圧化が可能となる。この駆動は、Vcomのみを交流駆動した場合と比較して、ドライバICの出力端子1個に流れる電流量あるいは、出力される電圧が低くなり、ドライバICが消費する電力を下げる事が可能となる。

【0042】各実施例におけるメモリ素子の活性層を構成する材料としては、単結晶シリコン、多結晶シリコン、アモルファスシリコンが考えられるが、特に本構造の表示素子は、3端子スイッチ素子の動作が可能な素子であれば、開閉時の抵抗値の比が10⁵倍程度であることが望ましいが、最低で100倍程度であっても実施が可能と考える。これは、活性層を有機材料や150℃程度の低い温度、或いはそれ以下で成膜されたアモルファスシリコンなどの使用も考えられるようになり、各材料のプロセス上の制約、素子構造上の制約が緩和される。

【0043】また、フォトリソグラフィ工程を減らした素子などで、従来では表示素子として不十分なスイッチ特性の素子であっても、さらに高いコントラスト表示が得られる。また、図2(b)中の素子24を各種アニール等の方法で性能向上することでサイズの小型化を実現できる。一方、表示材料の液晶においても、電気光学的な材料特性が、通常使用範囲で経時劣化しないのであれば、フリッカが視認されにくい長周期側の交流信号(〜10秒)に設定することも可能である。

(実施例4) メモリ素子のリフレッシュをする方法は、上述の通り表示画面に変化が発生しているラインに重み付けをすることで、他の静止画表示部分の消費電力を抑えることが実現できた。本駆動方法は、従来の線順次駆動(走査配線を順次走査する駆動法)の改良で駆動部分を構成できるが、認識された動画部分に対応した走査配線をスキャンすることが必要となる。動画部分を正確に認識し、動画部のみの信号情報を書き換えることは、単純に走査配線数を減少させる効果から低消費電力化となるが、駆動ICの構成が複雑となり、かえって消費電力の上昇を招くことになる。

【0044】そこで、動画表示部の指定ライン数をブロック化することで、トータルの駆動ICの消費電力の低減がはかれる。ブロック化するライン数としては、10〜200、望ましくは50〜100の走査線数がよい。ブロック化したラインの指定方法は、画像信号の入力部に画像メモリを設け動画部分を検出し、検出した走査ライン部のブロック位置と信号を駆動ICへ出力する。この出力をもとに、動画表示部分に対応したメモリ素子への信号供給を行う。

10 【0045】外部に画像メモリを有することは、該当するメモリの消費電力が本表示素子の消費電力に較べ低減されなければならない。理想では、表示画面毎に画像メモリを持つ必要があるが、例えば同一走査ラインの表示信号を一定周期或いは順次全てサンプリングして、2値情報をカウントした後、記憶してある前カウントデータとの比較を行うことで、簡易に動画を検出することができる。

20 【0046】この方法では、表示画面がオン状態の総数が同じであった場合には、動画表示であっても認識することができないが、上述の方法に加えて、ブロック化した走査ライン部のメモリデータの合計を使用しての比較により、動画認識の誤差は大幅に減少可能となる。一方、本カウンタ方式で問題となるのは、サンプリング部とカウンタ部で発生するカウントミスである。カウントミスが多い場合には、全てを動画と認識してしまうために本構成回路の効果が期待できない。そこで、比較時に予めカウント誤差を考慮することで、本問題を解決できる。

30 【0047】画像メモリと同メモリ情報から動画の情報を得る動画検出部の構成を簡略化する方法としては、表示装置に半固定的な表示の重み付けをする方法も考えられる。具体的には、パソコン等のソフトウェアの多くは、表示画面の周辺部に選択用或いは機能表示の画面を有することが多い。この選択用の画面表示の多くは、変化することが多くない。このような場合、代表的なソフトウェアに対しては、予め動画表示が多くない領域が分かっているため、その領域に対する走査信号のリフレッシュの重み付けを下げる事が可能となる。

40 【0048】個別のソフトウェアに関しても、静止画である確率が高い表示領域が存在する場合には、ユーザがその領域を指定することで重み付けすることも可能となる。PDA等の操作画面がある程度予測可能な機器に関しては、表示装置側に画面のリフレッシュする重み付けを予め幾つか用意しておき、DIP-SW等のスイッチで指定する方法も可能である。

50 【0049】また、測定機器等の操作画面等においても、頻繁に画面の表示状態が変化する領域は、測定結果を表示する部分や操作案内をするメニューの部分为主となる。加えて、これら計測器などは、ユーザが操作パネルを操作しない場合は、測定結果の表示のみが変化する

ことが予め分かっているため、測定結果表示の部分に対応した画面を走査してメモリ素子への信号供給を行えばよいことになる。

【0050】この場合も、表示装置側での設定で対応できる。さらに細かくは、動画表示で走査されるライン数が少なければ、本装置の効果が高くなるので、動画表示部分が特定の連続した走査ライン上に集中するように、動画表示の画面をレイアウトすればよい。

(実施例5) 図9は本発明の第5の実施例に係わるアクティブマトリクス型液晶表示装置の1ブロックの概略回路構成図である。

【0051】ここでは、4ビット16階調表示の場合である。表示装置全体の画素ブロック数を $M \times N$ 個としたときの i, j 番目のブロック(i は $1 \sim M$ 、 j は $1 \sim N$)について示している。パソコンで現在主流のVGA規格の表示の場合、 $M=640$ 、 $N=480$ となる。

【0052】画面X方向のアドレス線 $ADRS-X_i$ と画面Y方向のアドレス線 $ADRS-Y_j$ との交点にANDゲート G_{ij} が設けられ、その出力と4本の画像データ線 $D_0 \sim D_3$ の各々の交点にANDゲート $G_{0ij} \sim G_{3ij}$ が設けられている。ANDゲート $G_{0ij} \sim G_{3ij}$ の出力はメモリ素子 $M_{0ij} \sim M_{3ij}$ に接続され、メモリ素子 $M_{0ij} \sim M_{3ij}$ の出力はスイッチングトランジスタ $T_{0ij} \sim T_{3ij}$ のゲート電極に接続され、スイッチングトランジスタ $T_{0ij} \sim T_{3ij}$ のオンオフを制御する。スイッチングトランジスタ $T_{0ij} \sim T_{3ij}$ のソース又はドレイン電極の一方は第1の共通電位線 COM_1 に、他方は画素電極を介して画素の液晶 $P_{0ij} \sim P_{3ij}$ に接続されている。

【0053】なお、本実施例のメモリ素子は第1の実施例で用いたようなスタティック型に限らず、ダイナミック型でもよいし、さらにEEPROMでもよく、各種の方式を利用することができる。

【0054】画素電極の面積はそれぞれ異なり、図10に示すように、 P_0 に対応した画素電極の面積を1とすると P_1 は2倍、 P_2 は4倍、 P_3 は8倍になっている。画素の液晶 $P_{0ij} \sim P_{3ij}$ の他端は共通電極である第2の共通電位線 COM_2 に接続されている。第1の共通電位線 COM_1 と第2の共通電位線 COM_2 の間には交流の液晶駆動電源 DRV が接続されている。

【0055】本実施例の動作は次のようになる。4ビットの画像データは、画面X方向のアドレス線 $ADRS-X_i$ と画面Y方向のアドレス線 $ADRS-Y_j$ が共にアクティブの時メモリ素子 $M_{0ij} \sim M_{3ij}$ に記憶され、次に再び選択されるまでその状態を保持し続ける。対向電極には、用いた液晶の駆動に必要な一定の交流電圧(例えば現在一般に使われているTN液晶では $\pm 5V$ の10V振幅の電圧)が印加されるが、この1画素毎に設けられたメモリ回路 $M_{0ij} \sim M_{3ij}$ によって制限されるスイッチングトランジスタ $T_{0ij} \sim T_{3ij}$ によって、画素の

液晶 $P_{0ij} \sim P_{3ij}$ には上記駆動電圧が印加されるか印加されないかが制御され、所望の表示状態が維持される。

【0056】従来のアクティブマトリクス液晶表示装置では、データ線駆動回路や制御回路の内部等価容量やデータ線配線容量負荷の充放電、対向電極容量の高速充放電などに大部分の電力が消費されていたが、本実施例では、従来のように表示画像が変化しなくても交流駆動のためにデータ線に一定周期の極性反転された信号を印加する必要がなく、データ線駆動回路や制御回路はほぼ停止状態のため、そこで消費される電力は殆ど無視できるほど小さくなる。唯一消費される電力は対向電極の直流駆動によるものとなるが、これはフリッカが視認されない程度の例えば60Hz以下の低い周波数で十分なため、消費電力は従来駆動法の100分の1から1000分の1程度に低減される。

【0057】この理由を、以下に説明する。対向電極全体の容量 C_{com} は、電極面積 S と液晶の誘電率 ϵ 、ギャップ d でほぼ決定され、 $C_{com} = \epsilon S / d$ となり、10インチクラスの液晶表示装置の場合その容量は0.1~0.3 μF 程度である。この容量を周波数 f_{drv} 、電圧 V_{drv} の交流電圧で充放電させるに消費される電力 P_{com} は、 $P_{com} = C_{com} \cdot f_{drv} \cdot V_{drv}^2$ で与えられ、 $\pm 5V$ で60Hzで駆動した場合には0.15mW~0.45mWと非常に小さいものになる。実際には、液晶のリーク抵抗やメモリ回路や駆動回路内のリーク電流による電力消費がそれに加算されるが、全体としての消費電力はそれでも1mWから数10mW程度に小さく抑えられる。

【0058】さらに、画素電極が所定数毎にブロック化され、そのブロック内の画素電極の寸法がそれぞれ異なっていることにより、1ブロックとして面積変調によるデジタル多階調表示が容易となる。従来の駆動法でこのような面積変調表示をしようとしたときの以下の問題が発生せず、極めて高画質の表示品位が得られる。

【0059】従来駆動では、TFTなどのスイッチ素子が持つ寄生容量によってスイッチング時に、表示性能に悪影響を及ぼす画素電位のレベルシフトが発生するが、このレベルシフト量は上記寄生容量と画素電極容量とのスイッチングノイズ電荷の分配比で決定され、画素電極の寸法が異なるとレベルシフト量は画素電極毎に異なり対向電極電位の調整によっても無害化することが困難であり、実質的に面積階調は不可能であった。

【0060】本実施例では、このスイッチングノイズ電荷によるレベルシフトは、液晶のリーク抵抗を通じてスイッチング終了後の初期に消滅するため、表示性能に悪影響を及ぼすことがなく、面積変調によるデジタル多階調表示が可能である。また、この方法では液晶の1画素の表示状態ではオン又はオフの2状態であるため、中間調表示時でも視野角は広く、表示むらやフリッカもな

い極めて良好な表示品位が得られる。

【0061】なお、本発明は上述した各実施例に限定されるものではない。実施例では、表示材料層として液晶を用いたが、これに限らず他の材料を用いることができる。例えば、ELやプラズマディスプレイ等に適用することが可能である。また、液晶の場合は、反射型に限らず透過型に適用することも可能である。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することができる。

【0062】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、1画素毎にスイッチ素子を制御するためのスタティック型のメモリ素子を設けているので、走査信号や画像信号を周期的に書き加える必要がなくなり、ドライバICで消費される電力を低減することができる。従って、従来型の電源装置の小型化、或いは充電型電源装置の使用時間延長を可能とする。

【0063】また本発明によれば、所定数の画素毎にブロック化して階調表示を行う方式において、1画素毎にスイッチ素子を制御するためのメモリ素子を設けているので、スイッチングノイズ電荷によるレベルシフトを抑制することができ、ドライバICの消費電力を低減することができ、かつ面積変調によるデジタル階調表示を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施例に係わるアクティブマトリックス型液晶表示装置の基本構成を示す素子構造断面図と回路構成図。

【図2】第1の実施例の1画素部構成を示す回路構成図。

【図3】第1の実施例の変形例を示す回路構成図。

【図4】第1の実施例の変形例を示す回路構成図。

【図5】第1の実施例における駆動信号の一例を示す図。

【図6】第1の実施例における駆動信号の他の例を示す図。

【図7】第2の実施例に係わるアクティブマトリックス型液晶表示装置の1画素部構成を示す回路図とメモリ素子の構造断面図。

【図8】第2の実施例における駆動信号の一例を示す図。

【図9】第5の実施例に係わるアクティブマトリックス型液晶表示装置の1ブロックの概略回路構成図。

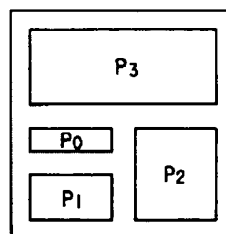
【図10】1ブロックにおける画素の大きさ及び配置例を示す図。

【図11】従来のアクティブマトリックス型液晶表示装置を示す回路構成図。

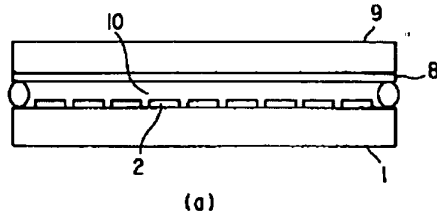
【符号の説明】

- 1…第1の基板
- 2…画素電極
- 3…走査線
- 4…信号線
- 5…参照線
- 6…メモリ素子
- 7…スイッチ素子
- 8…対向電極
- 9…第2のガラス基板
- 10…液晶層（表示材料層）
- 21…スイッチ素子
- 22, 23…インパータ素子
- 24…スイッチ素子

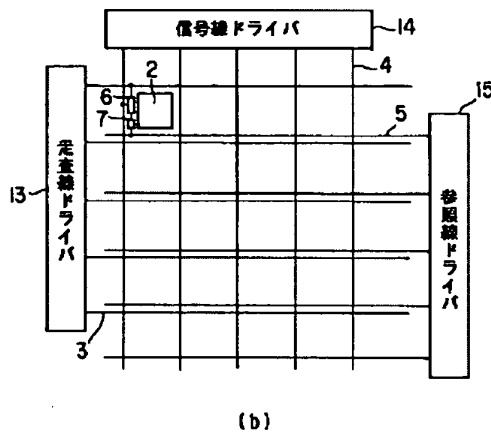
【図10】



【図1】

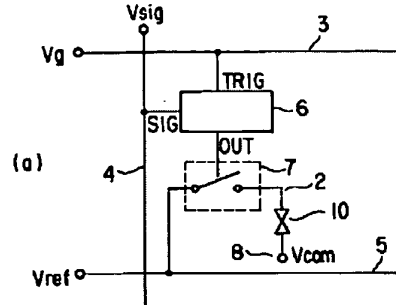


(a)

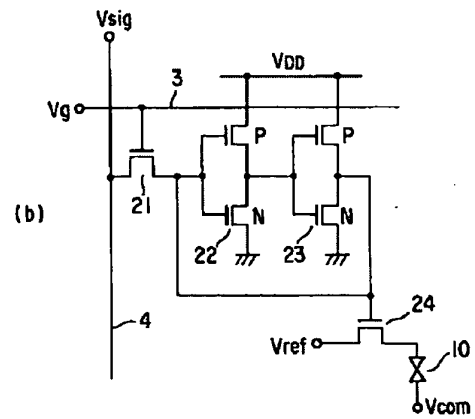


(b)

【図2】

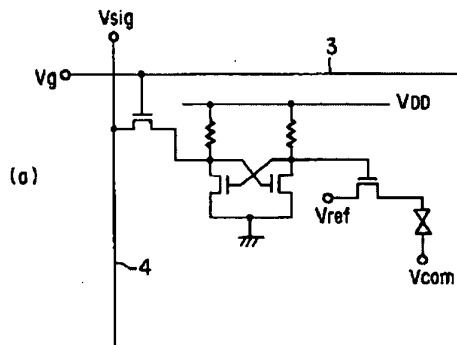


(a)

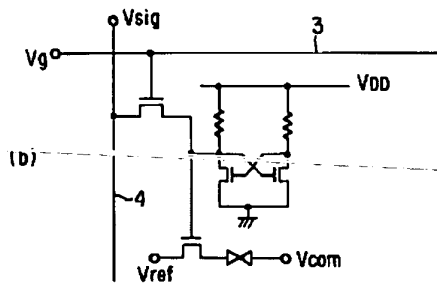


(b)

【図3】

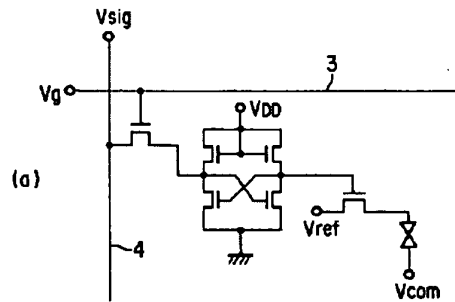


(a)

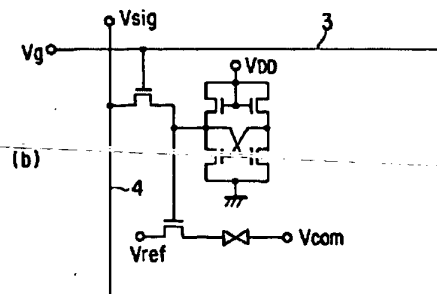


(b)

【図4】

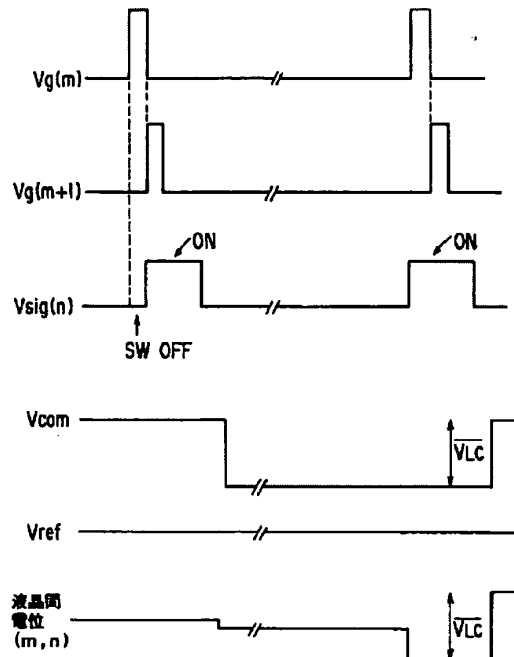


(a)

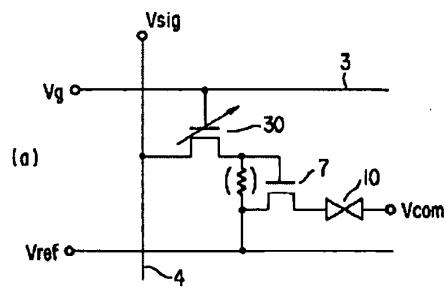


(b)

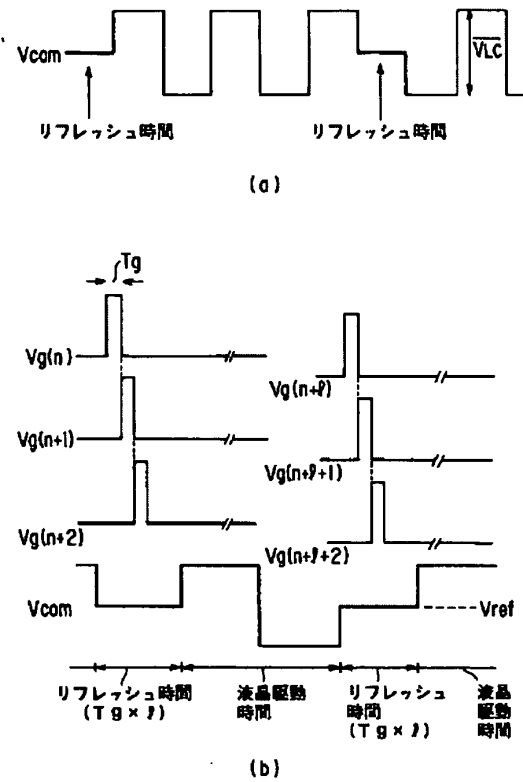
【図5】



【図7】

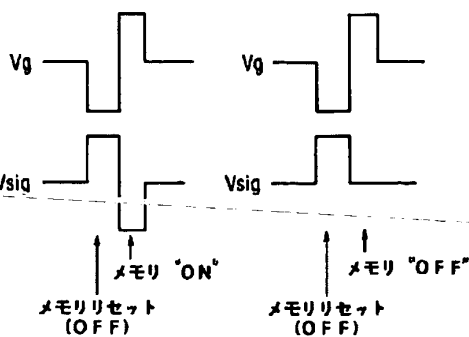
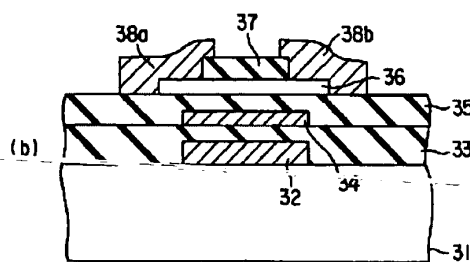
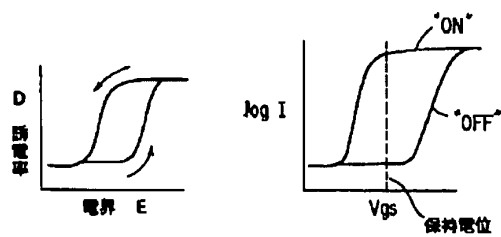


【図6】

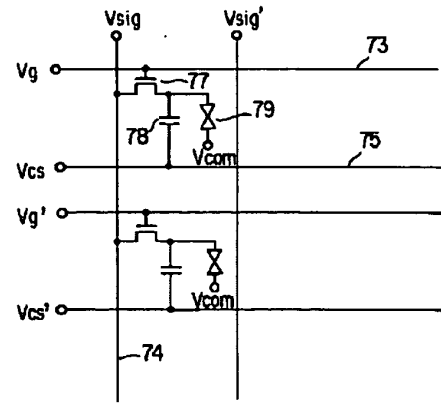


(b)

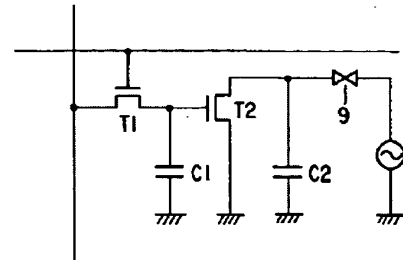
【図8】



【图 1-1】



(b)



[Title of the Invention]

Active Matrix Type Display Device

5

[What Is Claimed Is:]

[Claim 1] An active matrix type display device comprising:
pixel electrodes arranged in a matrix form on a first
substrate;

10 a plurality of scanning lines arranged in a single direction
on the first substrate;

a plurality of signal lines arranged in a direction which
intersects with said scanning lines on the first substrate;

static-type memory elements, placed at each of the
15 intersections of said scanning lines and said signal lines, for
retaining binary display signals which are input from said
signal lines according to scanning signals which are input from
said scanning lines;

switching elements, provided corresponding to said memory
20 elements, each comprising terminals one of which is connected to
one of said pixel electrodes and the other one of which is
connected to wiring for supplying reference potential, for
toggling the terminals between ON and OFF according to the
signals retained in said memory elements;

25 a second substrate placed so as to be opposed to the first
substrate, and provided with opposed electrode arranged so as to
face said pixel electrodes, and

a display material layer disposed between the first and
second substrates.

[Claim 2] An active matrix type display device according to claim 1, wherein

said display material layer is made from liquid crystal, and an alternating-current signal is applied to at least either
5 said wiring for supplying reference potential or said opposed electrodes.

[Claim 3] An active matrix type display device comprising:
pixel electrodes arranged in a matrix form on a substrate;
a plurality of scanning lines arranged in a direction on
10 said substrate;

a plurality of signal lines arranged in a direction which intersects with said scanning lines on said substrate;

memory elements, placed at each of the intersections of said scanning lines and said signal lines, for retaining display
15 signals which are input from the said signal lines according to scanning signals which are input from said scanning lines; and

switching elements, provided corresponding to each of said memory elements, each comprising terminals either one of which is connected to one of said pixel electrodes and the other one
20 is connected to wiring for supplying reference potential, the switching elements of which resistance values between terminals change in accordance with the signals retained in said memory elements; wherein

said pixel electrodes are organized into blocks by the
25 predetermined number of pixel electrodes, and

each of the blocks has pixel electrodes of varied dimensions.

[Detailed description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

The present invention relates to an image display apparatus such as a liquid crystal display device, more particularly to an active matrix type display device using switching elements such as thin-film transistors.

[0002]

[Description of the Prior Art]

In recent years, development activities for obtaining thin display devices such as a liquid crystal display device have become very active. Because, among others, needs for display devices of easy-to-carry portable type and display devices capable of providing big screen are growing, it has become necessary to achieve weight reduction, extend operating hours, and reduce power consumption. In addition to the pursuit of high performance of batteries for power supply, the reduction of power consumption in a display device itself produces a large effect to deal with the above needs.

[0003]

Because the efficiency of fluorescent tubes used as backlights, light guide plates, and inverters for fluorescent tubes are very low in liquid crystal display devices, larger effect can be obtained by reducing the power consumed by such lighting devices. Under the present circumstances, therefore, almost no attempts to reduce power consumption by improving display material or a display panel itself have been made. However, it will be necessary to reduce power consumption in a display panel in the years ahead.

[0004]

Because it is considered that power consumption in a display

panel is mostly dependent on the characteristic of a driver IC and driving method of the display panel, improvement of reducing voltage of the driver IC to be used is promoted as a means for reducing power consumption. However, in a method (TFT-LCD) for repeatedly writing image signals at short time intervals using switching elements such as TFTs (thin-film transistors) installed on a display pixel section, it is not easy to reduce the power consumption in transistors having the function of driving each pixel in the driver IC.

10 [0005]

The display panel, for example, a TFT-LCD of current 10-inch class consumes a circuit power on the order of 1.5 watts and a backlight power in the order of 5 watts under present conditions. In order to extend operation hours of batteries, the display panel should consume less than 1 watt of power, preferably less than 0.2 watts at which it is possible to drive the display panel using compact and lightweight batteries. The problem surrounding the power consumption becomes more pronounced in reflection-type display devices without lighting rather than in transmission-type display devices with lighting. Particularly in a display device, for example, which is used for displaying advertisements and measured more than 50 centimeters from the upper left corner to lower right corner, the amount of power consumption causes a problem that installable sites is limited.

25 [0006]

Fig. 11(a) shows a circuit configuration of a prior art active matrix type liquid crystal display device. In thin film process, scanning lines 73, signal lines 74, common wiring 75, thin-film transistors 77 of a 3-terminal switching element,

electrodes for pixel section, and other elements are formed.
When scanning signals and image signals are respectively input
into the scanning lines 73 and the signal lines 74 from driver
ICs, the thin-film transistors 77 in which scanning signals are
5 input change to the ON state and the image signals from the
signal lines 74 are registered in sub-capacities 78 as well as
transmitted to liquid crystal cells 79. When no scanning signal
is input, the thin-film transistors 77 change to the OFF state
and the image signals impressed when the thin-film transistors
10 77 was in the ON state are continuously retained in the liquid
crystal cells 79.

[0007]

In a liquid crystal display device having the above-
described structure, even when a signal to be written is the
15 same image obtained by the previous signal, it is necessary to
rewrite the image signal by turning the thin-film transistors to
the ON state again because of the necessity to perform
alternating-current driving on the liquid crystal material.
Accordingly, the driver ICs for scanning signal and image signal
20 which generate driving signals operate constantly, consuming
power at all times.

[0008]

Another method in which an analog signal is registered in a
capacitive load C1 by a first switching element T1 so as to
25 operate a second switching element T2 is suggested (by J.
Vanfleteren (IDRC, 1988, P74-49)). Because the switching
element T2 and a capacitive load C2 connected with the switching
element T2 become larger as a display pixel increases in size,
the switching element T1 capable of driving the large-capacity

capacitive load C1 is required for preventing fluctuations of retained analog data.

[0009]

For example, when the designed capacity of C1 is extremely small, the ON signal sent to T2 at the time of switching of T1 from the ON state to the OFF state decreases in level, or ON resistance of T2 increases due to secular changes of threshold voltage which is a boundary voltage for turning T2 to the ON state. As a result, the desired display is not attained. On the other hand, upsizing of C1 as a remedy for this problem results in increased power consumption. Because these design constraints are mainly caused by an analog sample-and-hold circuit of this element structure, a new structure for display devices is needed.

[0010]

A method for digital gray scale display using area modulation is suggested for active matrix type liquid crystal display devices. In this method, pixel electrodes are organized into blocks by the predetermined number of pixel electrodes. By including the pixel electrodes of varied sizes in each of the blocks and selecting pixels to be displayed within the block, the area of display pixel in one block is digitally changed.

[0011]

However, in conventional driving methods, parasitic capacity contained in the switching elements such as TFTs introduces a level shift of pixel potential, which adversely affects display performance at the time of switching. The amount of the level shift is determined by the distribution ratio of switching noise charge of the parasitic capacity to the pixel electrode capacity. Because the amount of the level shift differs from pixel

electrode to pixel electrode when the pixel electrodes vary in dimension, it is difficult to eliminate the effects of the level shift by adjusting the opposed electrode potential.

[0012]

5 [Problems to be Solved by the Invention]

As described above, in order to reduce power consumption in the driver ICs, the method for driving the switching elements for supplying a signal to a display material layer such as a liquid crystal layer through the use of the sample-and-hold circuit in an analog fashion has been suggested for use instead of a method for directly driving the switching elements using scanning lines. The effects of this method are, however, insufficient.

[0013]

15 In an example of a digital gray scale display using area modulation, level shift of pixel potential due to switching noise charge occurs. Because the amount of the level shift differs from pixel electrode to pixel electrode when the pixel electrodes vary in dimensions, it is difficult to render the level shift harmless even though opposed electrode potential is adjusted. Accordingly, it is actually impossible to achieve area gray scale.

[0014]

The present invention, which was conceived in view of aforesaid problems, therefore aims to provide an active matrix type display device capable of reducing power consumption in a driver IC.

[0015]

It is another object of the present invention to provide an

active matrix type display device capable of reducing power consumption in a driver IC and capable of performing digital gray scale display using area modulation.

[0016]

5 [Means for Solving the Problems]

In order to solve the above problems, the present invention adopts the following structure. The present invention (claim 1) provides an active matrix type display device in which pixel electrodes, each of which is provided with switching elements,
10 are arranged in a matrix form. The active matrix type display device comprises pixel electrodes arranged in a matrix form on a first substrate, a plurality of scanning lines arranged in a direction on the first substrate, a plurality of signal lines arranged in a direction which intersects with the scanning lines
15 on the first substrate, static-type memory elements which are placed at each of the intersections of the scanning lines and the signal lines for retaining binary display signals which are input from the said signal lines according to scanning signals which are input from said scanning lines, switching elements
20 provided corresponding to said memory elements, each comprising terminals one of which is connected to one of said pixel electrodes and the other one of which is connected to wiring for supplying reference potential, for toggling the terminals between ON and OFF according to the signals retained in said
25 memory elements, a second substrate placed so as to be opposed to the first substrate and provided with opposed electrode arranged so as to face said pixel electrodes, and a display material layer disposed between the first and second substrates.

[0017]

Here, it should be noted that preferred embodiments of the present invention are as follows:

- (1) The display material layer is made from liquid crystal.
- (2) The scanning lines and the signal lines are placed between
5 the pixel electrodes.
- (3) Alternating current is applied to at least either the wiring for supplying reference potential or the opposed electrodes.
- (4) Alternating-current signals impressed from either the
10 wiring or the opposed electrodes when the memory elements connected to the same scanning line are scanned and selected are maintained at a constant potential.
- (5) The memory elements retaining the binary display signals are formed by nonvolatile memory.
- 15 (6) The memory elements and the switching elements are formed by thin-film transistors.

[0018]

The present invention (claim 4) provides an active matrix type display device in which pixel electrodes, each of which is
20 provided with switching elements, are arranged in a matrix form. The active matrix type display device comprises pixel electrodes arranged in a matrix form on a substrate, a plurality of scanning lines arranged in a single direction on said substrate, a plurality of signal lines arranged in a direction which
25 intersects with said scanning lines on said substrate, memory elements placed at each of the intersections of said scanning lines and said signal lines for retaining display signals which are input from the signal lines according to scanning signals which are input from said scanning lines, and switching elements

provided corresponding to each of said memory elements, each comprising terminals either one of which is connected to one of said pixel electrodes and the other one is connected to wiring for supplying reference potential, in which resistance values
5 between terminals change in accordance with the signals retained in said memory elements. In the active matrix type display device, said pixel electrodes are organized into blocks by the predetermined number of pixel electrodes, and each of the blocks has pixel electrodes of varied dimensions.

10 (1) The display material layer is made from liquid crystal.
(2) The scanning lines and the signal lines are placed between the pixel electrodes.
(3) The switching elements operate in two states of ON and OFF, and comprise driving circuits for driving each of a plurality of
15 signal lines and scanning lines in the two states.
(4) The memory elements, the switching elements, and the driving circuits are configured by thin-film transistors formed on the same substrate.
(5) The memory elements are used as image storage for
20 application system.

[0019]

[Actions of the Invention]

According to this invention (claim 1), static-type memory elements provided to every pixel make it unnecessary to execute
25 periodical rewriting, with a result that the current status is maintained until information to be displayed is changed next time. By elimination of the necessity to rewrite information of the memory elements when display information of display pixel is not changed, it also becomes unnecessary to periodically

rewriting scanning signals and image signals. As a result, the power consumption in driver IC is reduced.

[0020]

In other words, most of the power is consumed by charging
5 and discharging of capacitor load in conventional devices. On
the other hand, because the necessity for impressing a signal of
the opposed polarity with constant periodicity to the data line
for alternating-current driving regardless of a change in
display image as is in prior art is eliminated in the present
10 invention, the data line driving circuits and/or the control
circuits remains almost at a standstill. Accordingly, other
than the power consumed for direct-current driving of the
opposed electrode, the power consumed by these circuits is
negligible. Because the only consumed power is supplied at
15 frequency lowered to the extent possible to which flicker is not
visually recognized, for example, 60Hz or lower, power
consumption drastically decreases by a factor on the order of
100 to 1000 relative to conventional methods.

[0021]

20 Further, by employing static type memory elements, load
capacitor having large-capacitance and switching elements
capable of driving the load capacitor become unnecessary, which
also contribute to reduction of power consumption. In liquid
crystal display devices, whereas it is difficult to extend a
25 cycle of rewriting a signal to pixels due to constraints of OFF
characteristic of the switching elements or visual recognition
~~of flicker in prior art, it becomes possible to extend the cycle~~
of rewriting all the pixels and extend rewrite time of a single
pixel in the device according to the present invention.

[0022]

According to the present invention (claim 4), the structure in which pixel electrodes are organized into blocks by the predetermined number of pixel electrodes, and each of the blocks
5 has pixel electrodes varying in dimension facilitates digital multi-level gray scale display obtained by one-block area modulation. When area modulation display is tried using conventional methods, the level shift of pixel potential occurs, as described above, due to switching noise charge. According to
10 the present invention, the level shift due to the switching noise charge disappears through leak resistance of an optoelectronic transducer member such as liquid crystal soon after the completion of switching. Accordingly, digital multi-level gray scale display can be achieved without adversely
15 affecting display performance.

[0023]

Further, because display status of the optoelectronic transducer member such as liquid crystal is two states of ON and OFF, a wide viewing angel is obtained even at gray scale display,
20 and extremely high display quality without display unevenness can be achieved.

[0024]

[Description of the Preferred Embodiments]

Preferred embodiments of the present invention will now be
25 described using an example of a liquid crystal display device produced using thin-film transistors formed in a thin film process in which well-known semiconductor technology is applied.

(Embodiment 1)

Referring to Fig. 1 showing basic structure of an active

matrix type liquid crystal display device according to a first embodiment of the present invention, (a) of Fig. 1 is a cross-sectional view of the element structure and (b) of Fig. 1 is a schematic drawing showing a circuit configuration. Pixel electrodes 2 are formed in a matrix form on a first substrate made from glass or the like. In between the pixel electrodes 2, scanning lines 3 are arranged in the right-and-left direction of the figure, signal lines 4 in the vertical direction, and reference lines 5 are arranged in parallel with the scanning lines 3. Memory elements 6 (described later) are placed at the intersections of the scanning lines 3 and the signal lines 4. Switching elements 7 are installed between the memory elements 6 and the pixel electrodes 2.

[0025]

A second substrate 9, formed by glass or the like, is opposingly placed at a predetermined distance from and above the first substrate 1 and provided with opposed electrodes 8 formed on the surface facing the first substrate 1. Between the first and second substrates 1 and 9, a liquid crystal layer 10 is sealed as display material layer. Reference numerals 13, 14, and 15 in the figure represent a scanning line driver, a signal line driver, and a reference line driver, respectively.

[0026]

Fig. 2(a) is a circuit diagram representing the circuit configuration in one pixel portion according to this embodiment. A memory element 6 for retaining binary data is connected to the scanning line 3 and the signal line 4 in their intersection area and includes an output section for outputting retained information. The output section is connected to a control

terminal of a 3-terminal switching element 7 which controls a resistance value between the reference line 5 and the pixel electrode 2 to adjust bias condition of the liquid crystal layer 10.

5 [0027]

As an example of memory element shown in Fig. 2(a), a memory circuit in which positive feedback is achieved by a two-stage inverter, that is a static-type memory element is conceived. This circuit is distinguished in that even a transistor element
10 incapable of being used as an element for analog signal due to inadequate OFF feature of transistor can constitute the circuit.
[0028]

A specific circuit configuration is shown in Fig. 2(b). Compared with Fig. 11(b), an element 21 in Fig. 2(b)
15 corresponding to the element T1 in Fig. 11(b) can be smaller because the capacitor C1 shown in Fig. 11(b) is unnecessary. The element size of each switching element 21 and inverter circuits 22 and 23 can be specified using a similar concept used for determining the optimum ratio n of the number of stages for
20 the inverter circuit. More specifically, when the ratio of element size between elements 21, 22, 23, and 24 is defined by $1:n:n:n \times n$, appropriate design condition for n is $n=1-100$, preferably $n=2-10$.

[0029]

25 Other examples of the circuit configuration in one pixel portion using another type of memory elements are shown in Figs. 3(a) and (b), 4(a) and (b). Connection position of the 3-terminal switching element varies between Fig. 3(a) and (b) as well as between Fig. 4(a) and 4(b). The increased number of

elements constituting display pixels as compared with conventional structure serves to decrease light utilization efficiency in a transmission-type display element, whereas in a reflection-type liquid crystal display device, the capability of forming memory elements under repeller prevents the decrease of the light utilization efficiency caused by the display element.

[0030]

Driving waveforms are represented as line-sequential driving similar to conventional liquid crystal display devices as shown in Fig. 5. Sequential scanning pulses are impressed to the scanning line 3 and a signal to control opening/closing of the switching element 7 is sent to the memory element 6 in synchronism with the sequential scanning pulses through the signal line 4. On the other hand, an alternating-current signal is input to the common electrode (opposed electrode 8). Whenever the condition regarding the ratio of the resistance value of liquid crystal material to the resistance value of the switching element is satisfied, the above-described circuit/driving is capable of achieving suitable display.

[0031]

Refresh of the memory elements 6 is unnecessary in this device ideally as long as display images remain unchanged as still-frame pictures. For driving by the input of simple rectangular waves as shown in Fig. 5, however, liquid crystal potential on a switch side is fixed in either high potential state or low potential state when the switch is turned to the OFF state from the ON state. This fixed state results in the component of alternating voltage being applied to the liquid crystal portion. In order to improve display performance, there

arise a necessity for providing a time period of refresh in order to establish liquid crystal potential when the switch is toggled to the OFF state.

[0032]

5 One of the simplest methods to achieve this is to establish blanking periods as shown in Fig. 6(a) in between alternating-current signals of the common electrode. Because the capacitor 78 to compensate for decreased potential due to leak current in the liquid crystal cells 79 and/or the switching elements 77
10 depicted in Fig. 11(a) is connected in shunt with the liquid crystal capacity, conventional devices suffer from a difficulty in reducing signal writing hours. The only task of the elements according to the present invention is to send signals for opening/closing the gate of the switching element 21 as shown in
15 Fig. 2(b). Such simplicity allows the time period for refresh to be shorter than scanning hours observed in the conventional type of elements.

[0033]

 Instead of overall sequential refresh of the elements as
20 depicted in Fig. 6(b), time on the line to be refreshed may be divided so as to insert the time period for refresh into the rectangular signal of the liquid crystal driving signal. In this insertion method, it is preferable to refresh all the memories on every line in a predetermined time period. However,
25 when the display image changes at a fixed point on a scanning line, for example when a blink display segment lies on a fixed position, refresh may be performed by assigning weights to the corresponding line.

[0034]

It should be noted that, in Fig. 6(b), taking the width of refresh pulse as T_g and the number of lines to be refreshed at the same time as l , the number of refresh actions necessary for rewriting one screen is defined by (the number of gate lines)/ l .

5 [0035]

As has been described according to the present embodiment, by providing all of the static-type memory elements 6 on a pixel-by-pixel basis and driving the switching elements 7 based on the storage information in the memory elements 6, rewrite of information to the memory elements 7 becomes unnecessary unless display information is changed. Therefore, periodical rewriting of the scanning signal and image signal is also eliminated, with a result that the power consumed by the driver IC is significantly reduced.

15 [0036]

Further, because of the static-type memory, the load capacitor C1 having large-capacitance and the large switching element T1 having the ability to drive the load capacitor C1 such as described in the conventional example of Fig. 11(b) become unnecessary. Also in this respect, the present embodiment contributes to the reduction of power consumption. Further, because of the OFF characteristic of switching element and restriction in visual recognition of flicker is suppressed according to this embodiment, the cycle for rewriting all the display pixels and the time for rewriting a single pixel becomes extendable.

[0037]

The power consumption of a TFT-LCD of 10-inch class using amorphous silicon film according to the present embodiment is

estimated as 10mW in a state where the display screen is not rewritten, or as less than 30mW even in a state where the display screen is rewritten. These values show that the present embodiment can achieve significant reduction of power consumption which is one-fiftieth the conventional devices.

(Embodiment 2)

Referring to Fig. 7 used for explaining an active matrix type liquid crystal display device according to a second embodiment of the present invention, (a) of Fig. 7 is a circuit diagram in a single pixel portion and (b) of Fig. 7 is a cross-sectional view showing the structure of memory element.

[0038]

The second embodiment is basically similar to the first embodiment except that rewritable nonvolatile storage is used as a memory element 30 as shown in Fig 7(a). The concrete structure of the memory element 30 is such that a two-tier gate is formed for a reverse stagger type TFT as shown in Fig. 7(b) in which reference numeral 31 is a substrate, 32 is a first gate (control gate), 33 is a gate insulation film, 34 is a second gate (floating gate), 35 is a tunnel insulation film, 36 is an active layer such as a-Si, 37 is a protecting insulation film, and 38a and 38b are source and drain electrodes.

[0039]

It is ideal for the memory element that the number of rewritings meets the number of rewriting actions more than 10^7 times. However, the number of rewritings reduced by a factor of 100 to 10000 is acceptable for the memory element which can be utilized in the display device of the present embodiment as long

as the display device is almost dedicated to freeze-frame pictures. Although the memory element having the EEPROM structure is described above, a display device having the structure similar to the present embodiment may be obtained
5 using a memory element formed from a dielectric material of which electric field-dielectric constant curve (D-E curve) has a hysteresis property.

[0040]

More specifically, the memory element is formed by using a
10 dielectric material having the hysteresis property as a gate insulation film as shown in Fig. 8. By controlling the voltage between terminals applied to the memory element, resetting and signal writing to the memory element are performed. In addition to a method in which the memory element is connected to a thin
15 film transistor 7 as shown in the figure, direct connection between the memory element and a display electrode can be utilized by improving a driving signal.

(Embodiment 3)

20 Although the alternating-current signal is input only to Vcom (the common electrode 8) so as to drive the liquid crystal material in the first embodiment, the alternating-current signal may be input to a Vref (reference line 5) side. When the alternating-current signal is input to Vref, fluctuation in
25 common electrode potential caused by a coupling capacitor connecting the reference line 5 with the common electrode 8 through a liquid crystal layer 10 is observed. In order to prevent such fluctuation from occurring, a method for utilizing driving signals each of which is reversed in sign by every

reference line 5 may be employed. Further, a method for establishing periods of alternating-current driving signal on a scanning time basis is also effective.

[0041]

5 Alternatively, a driving method for inputting an alternating-current signal to both Vcom and Vref may be employed. This driving method allows reduction of voltage in the driver IC for driving signal because the amount of electric current passing through one output terminal of the driver IC or voltage
10 to be output is decreased as compared to a case where only Vcom is driven by alternating-current. Accordingly, the power consumed by the driver IC can be reduced.

[0042]

As a material which forms an active layer of the memory
15 elements in either one of the above embodiments, mono-crystalline silicon, polycrystalline silicon, or amorphous silicon can be taken into account. Especially for the display elements in this structure, any elements capable of achieving operation as 3-terminal switching element can be employed as
20 long as the ratio of the resistance value of the element at opening to the resistance value of the element at closing is in the order of at least 100, preferably in the order of 10^5 . Such wide range of applicability is allowed because the active layers may be formed using organic materials or amorphous silicon which
25 is subjected to film deposition in a temperature in the order of 150°C or lower, that is, because limitations to material
~~processing and constraints on element structure are relieved.~~

[0043]

A display with higher contrast can be obtained even when

elements having switching characteristics inadequate for prior art display elements, such as elements for which photolithography processing is reduced, are employed. Further, by enhancing performance of the element 24 illustrated in Fig. 2(b) with various types of annealing methods or other methods, miniaturization in size can be achieved. On the other hand, for liquid crystal of display material, as long as electro-optic material properties thereof do not deteriorate with time within the bound of usual usage, an alternating-current signal can be established on a long-period (within 10 seconds) side where it becomes difficult to visually recognize flicker.

(Embodiment 4)

With regard to the method for refreshing memory elements, by assigning weights to the line where the display screen is changing, power consumption in the other portions where still-frame images are displayed can be suppressed. For the driving method, it is possible to obtain a driving section by improving the prior art line sequential driving method (that in which scanning lines are sequentially scanned), but it is necessary to scan the scanning lines corresponding to identified moving sections. Rewrite of signal information performed only in the moving sections after precisely identifying the moving sections simply allows reduction of the number of scanning lines. Although such reduction would seem to serve the purpose of reducing the power consumption, because the structure of the driver IC becomes complicated, the power consumption increases as a whole.

[0044]

In order to reduce the total power consumption of the driver ICs, the predetermined number of lines in the moving sections is organized into blocks. As lines organized in one block, the number from 100 to 200 of scanning lines, preferably from 50 to 100 of scanning lines may be selected. In order to specify the lines organized in block, an image memory is provided on an image signal input section to detect moving sections. Then, the detected block position and signal on a scanning line section are output to the driver IC so as to provide signals to the memory elements corresponding to an animation display portion.

[0045]

External installation of the image memory requires the power consumption of the corresponding memory be reduced more than the power consumption of the display elements. Ideally, each of the display elements should have an image memory. For example, the entire image signal on the same scanning line is sampled either at predetermined intervals or sequentially to count binary information before comparing the counted data with the stored previous count data. By this comparison, moving images can be easily found.

[0046]

According to the above-describe method, it is impossible to identify moving image display when the total number of display elements in the ON state is identical. However, by executing comparison using the total memory data on the scanning line section organized into block in conjunction with the above method, it becomes possible to achieve significant reduction of error in moving image recognition. A matter of concern in this count method is a count failure which occurs in a sampling

section and a counter section. When a large number of count failures occur, all the data is recognized as a moving image. Accordingly, it becomes impossible to obtain effects expected by the circuit in this structure. In order to work around this
5 problem, error in counting should be taken into account beforehand at comparison.

[0047]

As a method for simplifying the structure of a moving image detect section in which information on moving image is retrieved
10 from the image memory and information therein, a method to near permanently assign weights to display in the circuit of this structure can be employed. More specifically, a large number of software programs for personal computers or the like provide a screen for option or functional display on the periphery of the
15 display screen. The screen for option often remains unchanged almost all the time. Because, in this respect, it is known which areas on which moving images are seldom displayed for typical software programs, the weight of refresh of scanning signal assigned to the areas is allowed to be lowered.

20 [0048]

For other software programs, if a display area where the probability of occurrence of freeze-frame image is high exists, users can specify the area to assign weights. For devices such as PDA comprising a predictable control screen up to a point, a
25 method for specifying any one of the previously prepared schemas for assigning weights of refresh through the use of a switch
~~such as DIP-SW can be adopted.~~

[0049]

The area on which the screen frequently changes in display

state on the control screen of measurement device such as a
guage may be limited to portions where measurement results and
menus for navigating operation are displayed. In the
measurement device, it is also known that only the display for
5 measurement results changes unless a user operates a control
panel. Accordingly, signal feeding to the memory element may be
performed by scanning the screen corresponding to the portion
where measurement results are displayed.

[0050]

10 The setting on the display device side can respond to the
above case. More specifically, because reducing the number of
lines scanned during moving image display enhances the effect
provided by the display device according to the present
embodiment, a screen for moving image is laid out in a manner
15 wherein portions where moving image is display are centered on
specific successive scanning lines.

(Embodiment 5)

Fig. 9 is a schematic diagram showing one block of a circuit
20 configuration in an active matrix type liquid crystal display
device according to a fifth embodiment of the present invention.

[0051]

Fig. 9 shows an ij -th block (i is $1-M$, j is $1-N$) when the
total number of pixel blocks in the display device is taken as
25 $M \times N$ in a case where 4 bits 16-level gray scale display is used.
In the VGA standard currently in vogue for personal computers, M
is 640 and N is 480.

[0052]

An AND gate G_{ij} is provided at an intersection of an address

line ADRS-Xi in the X direction of the screen and an address
line ADRS-Yi in the Y direction of the screen. Intersections of
output of the AND gate Gij and each of four image data lines D0,
D1, D2, and D3 are provided with AND gates G0ij to G3ij of which
5 outputs are connected to memory elements M0ij to M3ij,
respectively. The outputs of the memory elements M0ij to M3ij
are connected to gate electrodes of switching transistors T0ij
to T3ij to control toggling between ON and OFF of the switching
transistors T0ij to T3ij, respectively. Each of the sources of
10 the switching transistors T0ij to T3ij or either one side of
drain electrodes of the switching transistors T0ij to T3ij is
connected to a first common potential line COM1 and the other
side of the drain electrodes is connected to either one of
liquid crystal cells P0ij to P3ij through the pixel electrode.

15 [0053]

The memory elements in this embodiment are not limited to
those of the static type used in the first embodiment. Various
types of elements such as dynamic type or EEPROM of memory
elements may be utilized as the memory elements in this
20 embodiment.

[0054]

The pixel electrodes vary in area. When the area of pixel
electrode corresponding to P0 is taken as 1 as shown in Fig. 10,
P1 becomes double, P2 four-fold, and P3 eight-fold. The other
25 ends of the liquid crystal cells P0ij to P3ij of pixels are
connected to a second common potential line COM2. An
~~alternating-current drive power source DRV for liquid crystal is~~
provided between the first common potential line COM1 and the
second common potential line COM2.

[0055]

Operation according to the present embodiment will be described below. The memory elements M0ij to M3ij stores 4-bit image data when both the address line ADRS-Xi and the address
5 line ADRS-Yj are active and remains in this state until subsequent reselection is executed. Constant alternating voltage (for example, voltage with amplitude of ± 5 volts, or totally 10 volts for TN liquid crystal commonly used at the present time) necessary for driving utilized liquid crystal is
10 applied to the opposed electrode. The switching transistors T0ij to T3ij which are restricted by the memory circuits M0ij to M3ij controls whether or not the above-described driving voltage is impressed to the liquid crystal cells P0ij to P3ij of pixels so as to maintain desired display status.

15 [0056]

In conventional active matrix type liquid crystal display devices, most of the power is consumed by charging and discharging of internal equivalent capacitor of data line driving circuits and/or control circuits and by charging and
20 discharging of the data line capacitor load and by high-speed charging and discharging of opposed electrode capacitor. On the other hand, because the necessity for impressing a signal of the opposed polarity with constant periodicity to the data line for alternating-current driving regardless of a change in display
25 image as is in prior art is eliminated in the present embodiment, the data line driving circuits and/or the control circuits ~~remains almost at a standstill.~~ Accordingly, the power consumed by these circuits becomes negligible except the power consumed for direct-current driving of the opposed electrode. Because

the only consumed power is adequately supplied at a low frequency in the extent to which flicker is not visually recognized, for example, 60Hz or lower, power consumption decreases by a factor of the order of 100 to 1000 relative to conventional methods.

[0057]

The reason for this decrease will be described below. The entire capacitance C_{com} of the opposed electrodes is roughly determined by an electrode area S , permittivity ϵ of liquid crystal, and a gap d as $C_{com} = \epsilon S / d$. The entire capacitance of the opposed electrode in a liquid crystal display device of 10-inch class is in the order of 0.1-0.3 μ F. A power P_{com} consumed for charging and discharging the above capacitance with an alternating voltage V_{drv} having a frequency f_{drv} is given by $P_{com} = C_{com} \cdot f_{drv} \cdot V_{drv}^2$, which is very small. The power P_{com} of 0.15mW-0.45mW is obtained at driving with voltage of $\pm 5V$ having a frequency of 60Hz. Although power consumption due to leak resistance of liquid crystal or leak current in the memory circuits or the driving circuits is added to the above value in reality, the power consumption as a whole is minimized to the order of 1mW to some 10mw.

[0058]

Further, the structure in which pixel electrodes are organized into blocks by the predetermined number of pixel electrodes, and each of the blocks has pixel electrodes varying in dimension facilitates digital multi-level gray scale display obtained by one-block-area modulation. Accordingly, extremely high-quality image display can be obtained avoiding the following problems which occur when such area modulation display

is tried by conventional methods.

[0059]

By conventional driving, parasitic capacitance contained in the switching elements such as TFT causes a level shift of pixel potential which adversely effects display performance to occur at the time of switching. The amount of this level shift is determined by a distribution ratio of switching noise charge of the parasitic capacitance to the pixel electrode capacitance. Because the amount of the level shift varies among pixel electrodes which have differing dimensions, it is difficult to render the level shift harmless even by adjusting potential of the opposed electrode. This difficulty made the area gray scale substantially impossible.

[0060]

The level shift due to the switching noise charge is destroyed at an early stage after the completion of switching through the leak resistance of liquid crystal according to the present embodiment, exerting no adverse effect on display performance. Therefore, the digital multi-level gray scale display can be obtained by area modulation. Further, because one pixel of liquid crystal has two display states of ON and OFF in this method, extremely high display quality having no display unevenness, no flicker, and a wide viewing angle can be obtained, even during halftone display.

[0061]

It should be noted that the present invention is not limited to the above-described embodiments. Although the display material layer is formed by liquid crystal in the above embodiments, it is not limited to that and may be formed by

other materials. For example, material such as EL may be used for plasma display panel or the like. Where liquid crystal is concerned, application thereof is not limited to reflection type and it may be used for transmission type. Also it is to be understood that various changes and modifications may be made without departing from the subject and the scope of the invention.

[0062]

[Advantage of the Invention]

According to the present invention, by installing static type memory elements for controlling switching elements on a pixel-by-pixel basis, as has been described above, the necessity of periodically rewriting the scanning signal and the image signal is eliminated, with a result that the power consumed by the driver ICs is reduced. It is therefore possible to minimize conventional type of power supply units and to extend operating hours of battery type power supply units.

[0063]

Further, according to the present invention, by installing memory elements for controlling switching elements on a pixel-by-pixel basis in a method where the pixels are organized into blocks by the predetermine number of pixels for gray scale display, it becomes possible to suppress the level shift due to switching noise charge, reduce the power consumption in the driver ICs, and obtain digital gray scale display using area modulation.

~~[Brief Description of the Drawings]~~

[Figure 1]

Cross-sectional view of element structure and circuit

diagram showing basic structure of an active matrix type liquid crystal display device according to a first embodiment.

[Figure 2]

Circuit diagram showing the structure of one pixel portion
5 of the first embodiment.

[Figure 3]

Circuit diagram showing a modification example of the first embodiment.

[Figure 4]

10 Circuit diagram showing another modification example of the first embodiment.

[Figure 5]

Drawing showing an example of a driving signal according to the first embodiment.

15 [Figure 6]

Drawing showing another example of the driving signal according to the first embodiment.

[Figure 7]

Circuit diagram showing the structure of one pixel portion
20 in an active matrix type liquid crystal display device according to a second embodiment.

[Figure 8]

Drawing showing an example of a driving signal according to the second embodiment.

25 [Figure 9]

Schematic diagram showing one block of a circuit in an active matrix type liquid crystal display device according to a fifth embodiment.

[Figure 10]

Drawing showing sizes and a layout example of pixels in one block.

[Figure 11]

Circuit diagram showing an active matrix type liquid crystal display device in prior art.

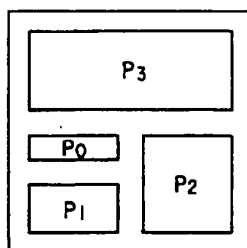
[Designation of Numerals]

	1	first substrate
	2	pixel electrode
10	3	scanning line
	4	signal line
	5	reference line
	6	memory element
	7	switching element
15	8	opposed electrode
	9	second glass substrate
	10	liquid crystal layer (display material layer)
	21	switching element
	22, 23	inverter element
20	24	switching element

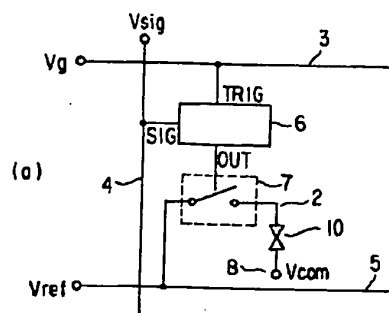
(8)

特開平8-194205

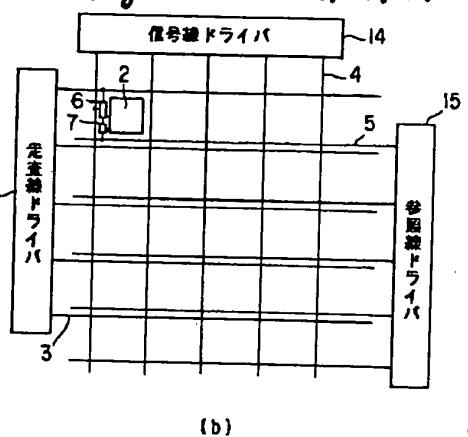
【図10】



【图 2】

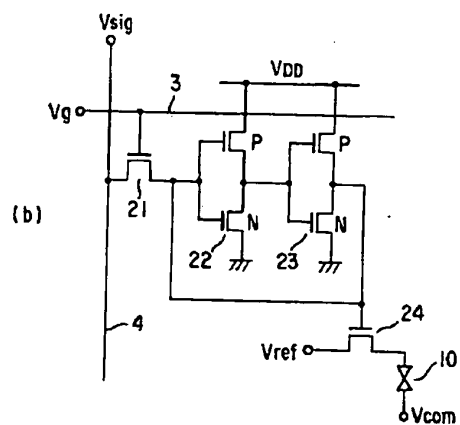


14: signal line driver

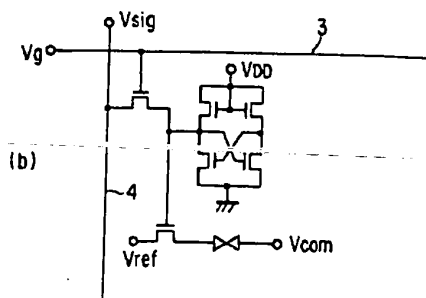
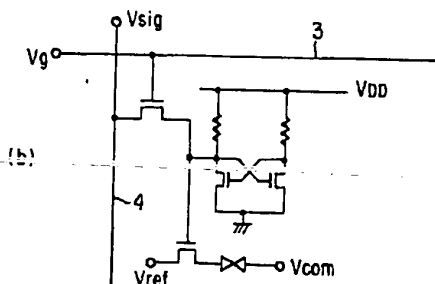
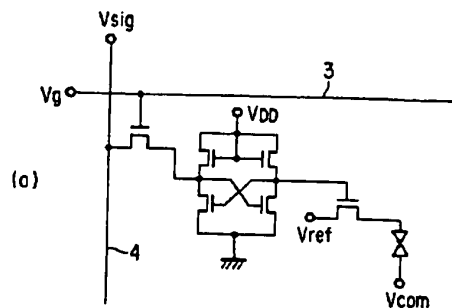
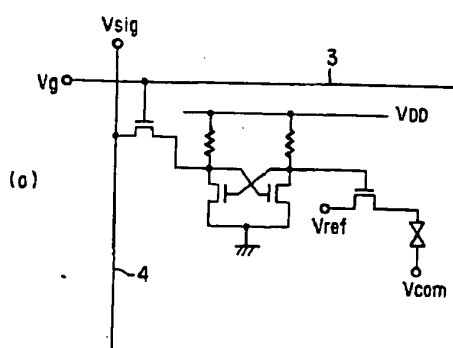


15: reference line driver

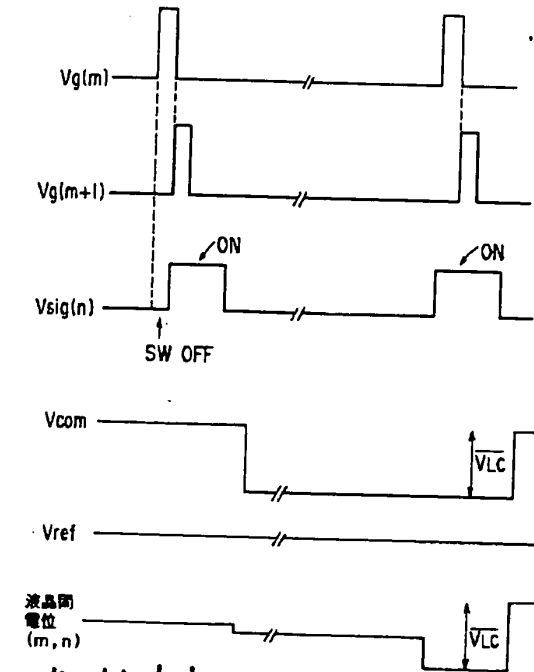
【图3】



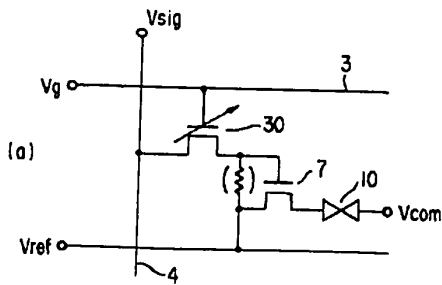
【図 4】



【図5】

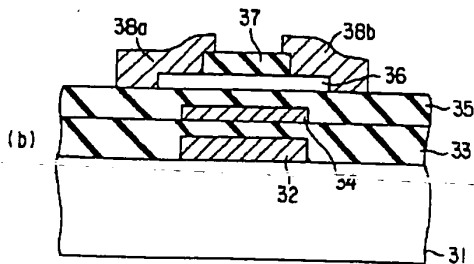


potential between
liquid crystal
【図7】

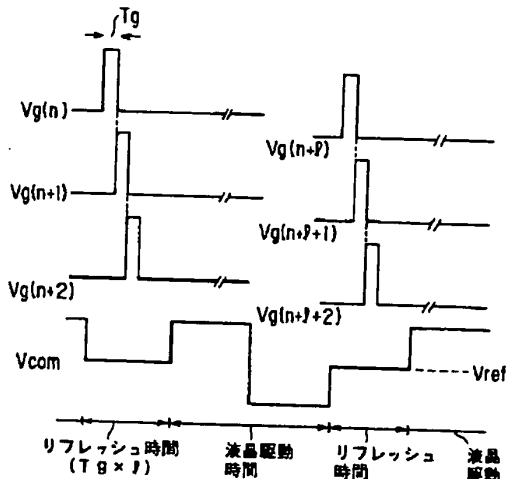
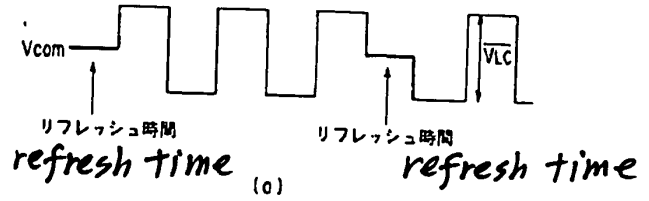


permittivity

electric field

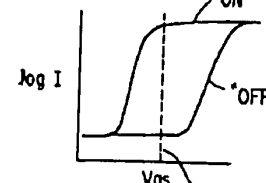
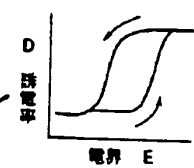


【図6】

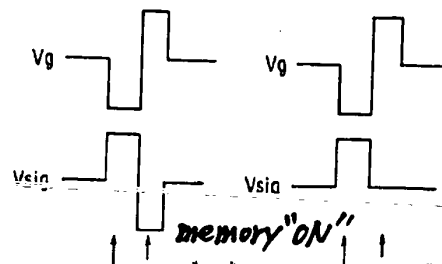


refresh time
liquid crystal driving time

【図8】

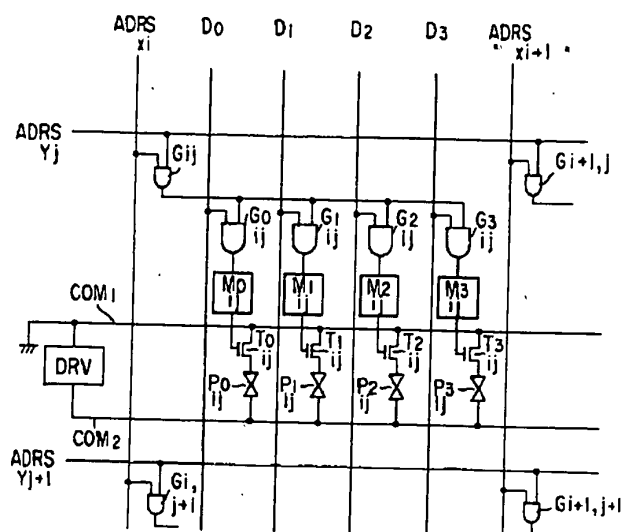


holding
potential

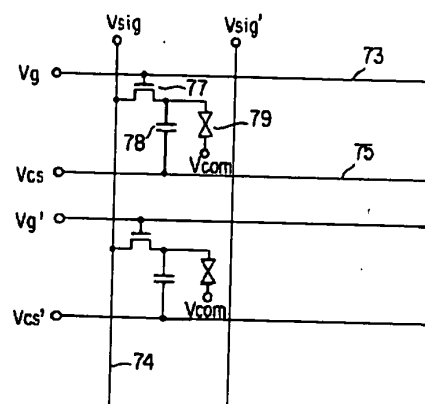


memory "ON"
メモリリセット (OFF)
memory "OFF"
メモリリセット (OFF)
memory "OFF"
メモリリセット (OFF)
memory reset

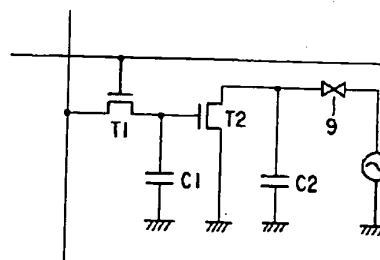
【図9】



【図11】



(a)



(b)